

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-198445

(43)Date of publication of application : 11.07.2003

(51)Int.Cl.

H04B 7/26

(21)Application number : 2001-401345

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 28.12.2001

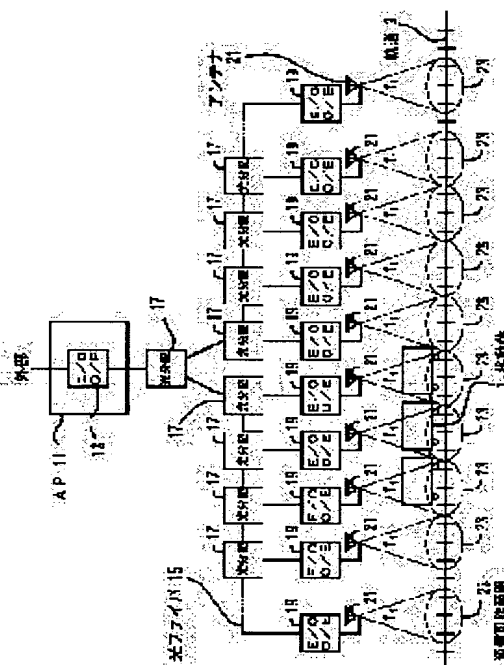
(72)Inventor : HIRANO JUN
ARAMAKI TAKASHI

(54) RADIO COMMUNICATION SYSTEM FOR OPTICAL FIBER CABLE LAID TRACK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To secure a communicable range not to cut off the communication between a moving object side and a ground side by decreasing the number of AP (base stations) to be installed and the number of times of hand-over (the number of times of AP switching).

SOLUTION: An optical distribution means 17 branches an optical fiber 15 connected to an AP (base station) 11, and a plurality of terminals are formed on the optical fiber. Then, each of the plurality of terminals on the optical fiber is equipped with an E/O and O/E converting means (optical signal/electric signal mutual converting means) 19 for converting an optical signal and an electric signal and an antenna 21 for radiating radio waves and the respective antennas are located along with a track 3 where a moving object 1 moves, so that the entire track can be covered with the continuous range of the communicable ranges 23 of the respective antennas. Thus, the communicable range of one AP on the track of the moving object can be widened.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.08.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-198445

(P2003-198445A)

(43) 公開日 平成15年7月11日 (2003.7.11)

(51) Int.Cl.

H 0 4 B 7/26

識別記号

F I

H 0 4 B 7/26

テマコト* (参考)

G 5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2001-401345(P2001-401345)

(22) 出願日 平成13年12月28日 (2001.12.28)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 平野 純

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(72) 発明者 荒牧 隆

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(74) 代理人 100093067

弁理士 二瓶 正敬

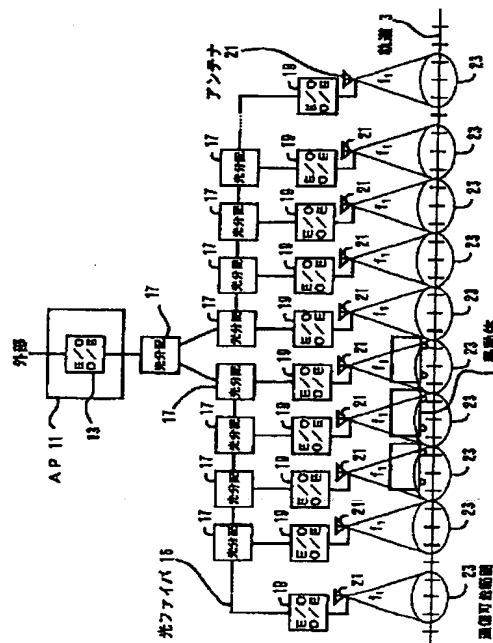
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ沿線無線通信システム

(57) 【要約】

【課題】 AP (基地局) の設置台数及びハンドオーバー数 (AP の切り換え数) を減少させ、移動体側と地上側との通信が切断されることがないように通信可能範囲を確保する。

【解決手段】 光分配手段 17 によって、AP (基地局) 11 に接続された光ファイバ 15 を分岐し、光ファイバに複数の末端を作る。そして、光ファイバの複数の末端のそれぞれに、光信号と電気信号とを交換する E/O、O/E 変換手段 (光信号/電気信号相互変換手段) 19 と、電波を放射するアンテナ 21 とを設け、移動体 1 が移動する軌道 3 に沿って各アンテナを配置し、各アンテナの通信可能範囲 23 の連続した範囲によって、軌道全体がカバーされるようにする。これにより、1 つの AP による移動体の軌道上の通信可能範囲を、広範囲にすることが可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 軌道上を移動する移動体内の端末と基地局との通信を可能とする光ファイバ沿線無線通信システムであって、

前記基地局に接続された光ファイバと、

前記光ファイバを分岐する光分配手段と、

光信号と電気信号とを相互に変換するものであって、前記光分配手段によって分岐された前記光ファイバの複数の末端のそれぞれに配置される複数の光信号／電気信号相互変換手段と、

前記光信号／電気信号相互変換手段のそれぞれから供給される電気信号を電波として放射し、検波した電波を電気信号として供給するものであって、前記軌道に沿って配置される複数のアンテナとを、

有する光ファイバ沿線無線通信システム。

【請求項2】 前記各アンテナの通信可能範囲の連続した範囲によって前記軌道が完全にカバーされるよう、前記各アンテナが配置された請求項1に記載の光ファイバ沿線無線通信システム。

【請求項3】 軌道上を移動する移動体内の端末と基地局との通信を可能とする光ファイバ沿線無線通信システムであって、

前記基地局に接続された光ファイバと、前記光ファイバを分岐する光分配手段と、光信号と電気信号とを相互に変換するものであって、前記光分配手段によって分岐された前記光ファイバの複数の末端のそれぞれに配置される複数の光信号／電気信号相互変換手段と、前記光信号／電気信号相互変換手段のそれぞれから供給される電気信号を第1の周波数を使用した電波として放射し、検波した電波を電気信号として供給するものであって、前記軌道に沿って配置される複数のアンテナとを有する第1の光ファイバ沿線無線通信サブシステムと、

前記基地局に接続された光ファイバと、前記光ファイバを分岐する光分配手段と、光信号と電気信号とを相互に変換するものであって、前記光分配手段によって分岐された前記光ファイバの複数の末端のそれぞれに配置される複数の光信号／電気信号相互変換手段と、前記光信号／電気信号相互変換手段のそれぞれから供給される電気信号を前記第1の周波数と異なる第2の周波数を使用した電波として放射し、検波した電波を電気信号として供給するものであって、前記軌道に沿って配置される複数のアンテナとを有する第2の光ファイバ沿線無線通信サブシステムとを有し、

前記第1及び第2の光ファイバ沿線無線通信サブシステムが、前記軌道に沿って隣接して配置された光ファイバ沿線無線通信システム。

【請求項4】 前記基地局との通信を行うために前記移動体に設けられた外部通信手段と、前記移動体内の前記端末との通信を行うために前記移動体内に設けられた内部通信手段とをさらに有し、

前記外部通信手段及び前記内部通信手段を介して、前記端末と前記基地局との通信が可能となるよう構成された請求項1から3のいずれか1つに記載の光ファイバ沿線無線通信システム。

【請求項5】 複数の前記内部通信手段を前記移動体内に設け、前記複数の内部通信手段間を接続する構成とする請求項4に記載の光ファイバ沿線無線通信システム。

【請求項6】 軌道上を移動する移動体内の端末と基地局との通信を可能とする光ファイバ沿線無線通信システムであって、

前記基地局に接続された光ファイバと、前記光ファイバを分岐する光分配手段と、光信号と電気信号とを相互に変換するものであって、前記光分配手段によって分岐された前記光ファイバの複数の末端のそれぞれに配置される複数の光信号／電気信号相互変換手段と、前記光信号／電気信号相互変換手段のそれぞれから供給される電気信号を第1の周波数を使用した電波として放射し、検波した電波を電気信号として供給するものであって、前記軌道に沿って配置される複数のアンテナとを有する第1の光ファイバ沿線無線通信サブシステムと、

前記基地局に接続された光ファイバと、前記光ファイバを分岐する光分配手段と、光信号と電気信号とを相互に変換するものであって、前記光分配手段によって分岐された前記光ファイバの複数の末端のそれぞれに配置される複数の光信号／電気信号相互変換手段と、前記光信号／電気信号相互変換手段のそれぞれから供給される電気信号を前記第1の周波数と同一の周波数を使用した電波として放射し、検波した電波を電気信号として供給するものであって、前記軌道に沿って配置される複数のアンテナとを有する第2の光ファイバ沿線無線通信サブシステムとを有し、

前記第1及び第2の光ファイバ沿線無線通信サブシステムが、これらの通信可能範囲がオーバーラップしないよう、前記軌道に沿って、所定間隔をおいて隣接して配置された光ファイバ沿線無線通信システム。

【請求項7】 前記基地局との通信を行うために前記移動体に設けられた少なくとも2つの外部通信手段と、前記移動体内の前記端末との通信を行うために前記移動体内に設けられた内部通信手段とを有し、

前記外部通信手段のうちの少なくとも2つの外部通信手段間の距離が前記所定間隔より長くなるよう、前記2つの外部通信手段が配置され、前記移動体が前記所定間隔の距離を有する通信不能範囲を通過する際、前記2つの外部通信手段のいずれか1つが前記通信可能範囲に存在するようにし、前記2つの外部通信手段のいずれか一方及び前記内部通信手段を介して、前記端末と前記基地局との連続的な通信が可能となるよう構成された請求項6に記載の光ファイバ沿線無線通信システム。

【請求項8】 前記移動体が前記通信不能範囲を通過する際、一方の前記外部通信手段を介して、前記第1の光

ファイバ沿線無線通信サブシステムと通信を行い、他方の前記外部通信手段を介して、前記第2の光ファイバ沿線無線通信サブシステムと通信を行うよう、前記2つの外部通信手段が前記移動体内に配置された請求項7に記載の光ファイバ沿線無線通信システム。

【請求項9】 前記アンテナと前記移動体との通信に、マルチパスに強い変調方式を用いた請求項1から8のいずれか1つに記載の光ファイバ沿線無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動体側と地上側との通信を可能とする光ファイバ沿線無線通信システムに関し、特に、列車、バス、飛行機、自動車、船などと共に移動する複数の携帯端末に、地上側から新聞記事などのコンテンツを配信したり、移動体内の携帯端末がインターネットなどの外部ネットワークと接続したりすることができる通信システムにおける光ファイバ沿線無線通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、列車、バス、飛行機、自動車、船などの様々な移動体の軌道に沿って、複数の基地局を配置することが知られている。図9は、従来の一般的な沿線通信システムを示す模式図である。基地局（以下、AP（アクセスポイント）と呼ぶこともある）101のアンテナ103から電波を放射し、移動体1の軌道3上に通信可能範囲105を形成する。これにより、移動体1又は移動体1内に配置された端末と地上側のAP101との間での通信が可能となり、移動体1内に配置された端末は、AP101を介して、インターネットなどの外部ネットワークに接続することが可能となる。また、接続の切り換えの際には、移動体1内の端末は、スイッチ（SW）107やルータ（RT）109を超えて、異なるAP101と接続する。

【0003】また、例えば、特開昭60-77532号公報には、移動体の移動する線に沿って伝送網（光ファイバケーブル）を敷設し、その伝送網に複数の送受信装置付中継所を設けることによって、移動体内のハンディ端末送受信装置が情報を送受信できるようにする移動体情報伝送装置が開示されている。また、移動体内に送受信中継機器を設けて、送受信装置付中継所とハンディ端末送受信装置との情報の送受信を中継することも記載されている。

【0004】また、移動体の軌道に沿って、無線通信を行う通信可能範囲を設定する技術として、例えば、特開2001-16157号公報に開示されている路上送信システムが存在する。この特開2001-16157号公報には、道路に沿って、OFDM変調された同一内容の信号を同一周波数の電波で同一セル内に送信する複数の送信局を配置し、複数の送信局の1つを親送信局として、他の送信局（子送信局）は、親送信局又は他の子送

信局から放射された電波を受信して自局のセル内に再送信することによって、道路上にセル（通信可能範囲）を途切れなく形成する技術が開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の技術では、1つのAP（基地局）によってカバーされる通信可能範囲は限られており、軌道に沿って、多数のAPを配置しなければならないという問題がある。このAPの配置及び維持には、コストがかかってしまう。また、移動体内の通信端末を常に通信可能とするため、特に、2つの異なるアンテナが作るセルがオーバーラップする場所で起こる電波の干渉や、1つのAPから他のAPに通信を切り換えるハンドオーバーの際に、通信が途切れる可能性などを考慮する必要がある。しかし、周波数資源が限られており、数多くの周波数を使用することによって、電波の干渉を避けることは容易にはできないという問題もある。

【0006】また、例えば、トンネルや橋、住宅密集地域などの軌道周辺の地理的条件、県境や国境を超える場合や相互乗り入れによって管轄会社が変わる鉄道などの管理上の都合、光ファイバの分岐数の限界や光ファイバの敷設距離の限界などの物理的条件など様々な条件によって、アンテナの設置の態様を考慮する必要がある。また、特に、移動体内に非常に多数の端末が存在する場合には、APでの処理の負荷が大きくなり、また、ハンドオーバー（基地局の切り換え）を行う時間を確保する必要がある。

【0007】本発明は、上記問題点を鑑み、APの設置台数及びハンドオーバー数（AP（基地局）の切り換え数）を減少させ、移動体側と地上側との通信が切断されることがないように通信可能範囲を確保することが可能となる光ファイバ沿線無線通信システムを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明では、基地局に光ファイバを接続し、その光ファイバを分岐して複数の末端の光信号／電気信号相互変換手段及びアンテナを配置して、アンテナを移動体の軌道に沿って配置する。この構成により、APの設置台数を減少させ、移動体側と地上側との間で、効率良く通信を行うことが可能となる。

【0009】さらに、本発明では、各アンテナの通信可能範囲の連続した範囲によって軌道が完全にカバーされるよう各アンテナを配置する。この構成により、移動体側と地上側との通信が切断されることがないように通信可能範囲を確保することが可能となる。

【0010】また、本発明では、基地局に光ファイバを接続し、その光ファイバを分岐して複数の末端の光信号／電気信号相互変換手段及びアンテナを配置して、アンテナを移動体の軌道に沿って配置する光ファイバ沿線無

線通信サブシステムを隣接して設け、この隣接した2つの光ファイバ沿線無線通信サブシステムが互いに異なる周波数の電波を使用する構成とする。この構成により、基地局を切り換えるハンドオーバー時に通信が切断されるのを防ぐことが可能となる。

【0011】さらに、本発明では、移動体内に、基地局との通信を行うための外部通信手段と、端末との通信を行うための内部通信手段とを設け、外部通信手段及び前記内部通信手段を介して、端末と基地局との通信が可能となるよう構成する。この構成により、移動体内に存在

する複数の端末の通信管理及び基地局の接続の切り換えの管理が容易となる。

【0012】さらに、本発明では、移動体内に複数の内部通信手段を設け、複数の内部通信手段間を接続する構成とする。この構成により、移動体内の所定の各場所に複数の内部通信手段を設けることが可能となり、移動体内の端末は、各内部通信手段及び外部通信手段を介して、基地局と接続できるようになる。

【0013】また、本発明では、基地局に光ファイバを接続し、その光ファイバを分岐して複数の末端の光信号／電気信号相互交換手段及びアンテナを配置して、アンテナを移動体の軌道に沿って配置する光ファイバ沿線無線通信サブシステムを、所定間隔だけおいて隣接して設ける構成とする。この構成により、APの設置台数を減少させるとともに、単一の周波数のみを用いた通信システムを設けることが可能となる。

【0014】さらに、本発明では、移動体が、所定間隔だけ距離ができ通信不能となった範囲を通過する場合でも、移動体と基地局との通信が可能となるよう、移動体に少なくとも2つの外部通信手段を配置し、このうちの少なくとも2つの外部通信手段間の距離が前記所定間隔より大きくなるよう構成する。この構成により、移動体が、所定間隔だけ設けられた通信不能範囲を通過する場合でも、外部通信手段のいずれか一方を介して、移動体内の端末と基地局との連続的な通信が可能となる。

【0015】さらに、本発明では、移動体が通信不能範囲を通過する際、2つの外部通信手段のそれぞれを介して、異なる2つの光ファイバ沿線無線通信サブシステムと通信を実行できるよう構成する。この構成により、移動体が通信不能範囲を通過する際に必要となるハンドオーバーの時間を確保し、一方のAPが属するネットワークから他方のAPが属するネットワークに、移動体内の端末の接続を確実に切り換えることが可能となる。

【0016】さらに、アンテナと移動体との間で行われる通信に、マルチパスに強い変調方式を用いる構成とする。この構成により、同一の基地局に接続するアンテナの通信可能範囲が重なる場合でも、移動体内の端末と基地局との通信が可能となる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、本発

明の光ファイバ沿線無線通信システムの実施の形態について説明する。まず、本発明の光ファイバ沿線無線通信システムの構成について説明する。図1は、本発明に係る地上側の構成を示す模式図である。図1に示す地上側には、電気信号と光信号とを相互に変換するE/O、O/E変換手段（光信号／電気信号相互交換手段）13を有するAP（アクセスポイント：Access Point、基地局）11が存在している。なお、このE/O、O/E変換手段（光信号／電気信号相互交換手段）13は、光信号と電気信号とを相互に変換するLD（レーザダイオード：Laser Diode）やPD（フォトダイオード：Photo Diode）などを用いた光／電気相互交換装置で実現することができる。このAP11は、軌道3上を移動する移動体1内の端末35と、この端末35が通信を行う相手端末やインターネットなどの外部ネットワークとの中継基地局の役割を有している。

【0018】一方、移動体1が移動する軌道3に沿って、光ファイバ15が敷設される。この光ファイバ15の一端はAP11と接続し、光ファイバ15内には、AP11のE/O、O/E変換手段13によって変換された光信号が伝送される。また、光ファイバ15の他端は、所定の間隔に設けられた光分配手段17によって分岐され、複数の末端となるよう構成されている。この構成によって、光ファイバ15の複数の末端のそれぞれには、AP11から同一のデータが供給されることになる。なお、図1では、一例として、1本の光ファイバ15を2本に分岐させる光分配手段17を複数設けることによって、多数の末端を作るツリー型の構造が図示されているが、1本の光ファイバ15を多数の末端に分岐させる1つの光分配手段17を設けるスター型の構造を採用することも可能である。

【0019】光分配手段17によって複数本に分岐された光ファイバ15の各末端には、光ファイバ15内で伝送される光信号とアンテナ21で利用される電気信号とを相互に変換するE/O、O/E変換手段（光信号／電気信号相互交換手段）19及びアンテナ21が設けられる。このE/O、O/E変換手段19及びアンテナ21によって、光ファイバ15によって伝送される光信号を電波として放射し、また、アンテナ21で受信した電波を光信号として光ファイバ内に供給して、AP11と移動体1内の端末35とが相互に通信できるようにすることが可能となる。アンテナ21の通信可能範囲23は、軌道3全体を完全にカバーすることが好ましく、隣接した通信可能範囲23が重なってもよい。これらの複数のE/O、O/E変換手段19及びアンテナ21は、移動体1が移動する軌道3の沿線の所定の位置に配置される。

【0020】このとき、特に、各アンテナ21の通信可能範囲23によって、軌道3上が完全にカバーされるよう、各アンテナ21の配置位置が定められる。なお、各

アンテナ21の通信可能範囲23が軌道3上を効率良くカバーするようアンテナ21の指向性が定められることが好ましい。また、列車運行制御システムと連動したり、他のアンテナ21又はAP11からの情報を取得したりすることによって、移動体1が近づいてきた場合のみ、アンテナ21の電源をONにする制御を行い、省電力化を図ることも可能である。また、移動体1の移動に合わせて、アンテナ21の指向を変えて、効率良く通信を行えるようにすることも可能である。

【0021】また、同一のAP11に接続しているアンテナ21には同一のデータが供給されるので、各アンテナ21では同一の周波数の電波を用いることが可能であり、さらに、通信に用いる変調方式として、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) やCDMA (Code Division Multiple Access) などのマルチパスに強い変調方式を用いることが好ましい。また、送受信のアンテナの指向性を制御するなどして、マルチパス自体を抑制する方法をとってもよい。

【0022】上記の地上側の構成によれば、1つのAP11によってカバーされる軌道3上の通信可能範囲を軌道3に沿って長くすることが可能となる。また、その結果、軌道3上を移動する移動体1のハンドオーバー数 (AP (基地局) 11の切り換え数) を減少させることが可能となる。

【0023】また、図2は、本発明に係る1つのAPによって形成される通信可能範囲を示す模式図である。この図2に示すように、1つのAP11と接続している各アンテナ21の通信可能範囲23によって、軌道3上を効率良くカバーすることが可能となり、従来と比較して、通信可能範囲を軌道3上に集中させて、軌道3に沿った線状の通信可能範囲を形成することが可能となる。これにより、例えば、余分な電波の照射によって近隣の建物で発生していたノイズや電波妨害などの迷惑を防止することが可能となる。

【0024】次に、移動体1側の構成について説明する。図3は、本発明に係る移動体側の構成を示す模式図である。なお、以下では、一例として、移動体1が複数の車両を有する列車の場合について説明するが、移動体1は列車に限定されるものではない。移動体1は複数の車両を有しており、各車両には、乗客の携帯端末や車両内に固定設置された端末35など、非常に多数の端末35が存在している。

【0025】また、移動体1は、内部通信手段31及び外部通信手段33とを有している。例えば、各車両内の端末35と内部通信手段31とは5GHz無線通信によって接続可能とし、一方、移動体1の外部通信手段33と地上側のアンテナ21とは25GHz無線通信によって接続可能とする。また、複数の内部通信手段31のそれぞれの間を、有線又は80GHz無線通信によって接続可能とする。これにより、移動体1内にネットワーク

を構成し、このネットワークに接続する端末35は、内部通信手段31及び外部通信手段33を介して、AP11と接続することができるようになる。なお、図3では、1つの車両に1つの内部通信手段31が存在するよう図示されているが、これに限定されず、内部通信手段31は、移動体1内の端末35が通信可能となるよう配置されればよい。

【0026】先に説明した地上側の構成において、1つのAP11がカバーできる軌道3の長さは、様々な条件によって定まってくる。様々な条件としては、例えば、トンネルや橋、住宅密集地域などの軌道3周辺の地理的条件、県境や国境を超える場合や相互乗り入れによって管轄会社が変わる鉄道などの管理上の都合、光ファイバ15の分岐数の限界や光ファイバ15の敷設距離の限界などの物理的条件などが挙げられる。

【0027】例えば、光ファイバ15の分岐数Nには上限が存在する。このとき、軌道方向における光ファイバ15の長さの最大値は、一般的に (1本のアンテナ21が作る通信可能範囲23の軌道方向の距離 d 、 \times 1つのAP11と接続する光ファイバ15の最大分岐可能数N) と表すことが可能である。すなわち、1つのAP11を用いて、距離 d 、 \times Nより小さい軌道方向の距離の通信可能範囲をカバーすることができる。なお、1本のアンテナ21が作る通信可能範囲23の軌道方向の距離 d は、地理的条件などによって異なる可能性がある。

【0028】このような様々な条件によって、1つのAP11の通信可能範囲では軌道3上全体をカバーすることができない場合には、複数のAP11を配置し、複数のAP11のそれぞれが有する複数のアンテナ21を用いて、軌道3上における通信可能範囲をカバーすることが可能である。

【0029】図4に示すように、複数のAP11を配置する場合、隣同士のAP11の通信可能範囲及び各通信で使用する周波数に関連して、主として4つの可能性を考えることができる。図4は、隣接した通信可能範囲のオーバーラップの有無、及び、隣接した通信可能範囲で使用する電波の周波数が互いに同一か否かの関係を示す図である。なお、図4では、E/O、O/E交換手段19や光分配手段17などに関しては、図示省略している。また、異なるAP11同士は、例えば、互いに異なるサブネットに属しており、接続するAP11が異なるアンテナ21からは、異なるデータが送出される。

【0030】まず、隣接した通信可能範囲がオーバーラップしており、隣接した通信可能範囲で使用する電波の周波数が同一である場合について説明する (図4(a))。この場合、オーバーラップ範囲41内では、隣同士の通信可能範囲のそれぞれから同一の周波数の電波を受信することになり、一方の電波が他方の電波のノイズとなって、通信が事実上不可能となる。したがっ

て、オーバーラップ範囲41では、同一の周波数の電波を使用して異なるデータを提供することは不可能である。

【0031】次に、隣接した通信可能範囲がオーバーラップしており、隣接した通信可能範囲で使用する電波の周波数が互いに異なる場合について説明する(図4(b))。この場合、オーバーラップ範囲41では相互の干渉がなく、一方の電波が他方の電波のノイズとなることがないので、通信が可能である。この図4(b)に示す構成に関しては、後で、第1の実施の形態として詳細に説明する。

【0032】次に、隣接した通信可能範囲がオーバーラップしていない場合について説明する(図4(c)、図4(d))。この場合は、オーバーラップ範囲41は存在せず、一方の電波が他方の電波のノイズとなることがないので、通信が可能である。この図4(c)、図4(d)に示す構成に関しては、後で、第2の実施の形態として詳細に説明する。

【0033】なお、本明細書では、異なるAP11に接続するアンテナ21の両方から電波を受信する範囲を、オーバーラップ範囲41と定義する。したがって、異なるAP11が異なる周波数を用いて通信を行っている場合には、これらのAP11のオーバーラップ範囲41内に存在する移動体1は、互いに異なる周波数を用いて、異なるAP11の両方と通信可能な状態となっている(図4(b))。一方、異なるAP11が同一の周波数を用いて通信を行う場合には、オーバーラップ範囲41内では、一方の電波が他方の電波のノイズとなって、通信が事実上不可能となる(図4(a))。

【0034】<第1の実施の形態>次に、第1の実施の形態として、隣接した通信可能範囲がオーバーラップしており、隣接した通信可能範囲で使用する電波の周波数が互いに異なる場合(図4(b))について、詳細に説明する。図5は、本発明に係る複数のAPを配置し、隣接した通信可能範囲がオーバーラップしており、隣接した通信可能範囲で使用する電波の周波数が互いに異なる場合について詳細に説明するための模式図である。なお、以下では、移動前に接続しているAP11の通信可能範囲を第1の通信可能範囲、移動後に接続するAP11の通信可能範囲を第2の通信可能範囲と呼ぶこともある。

【0035】図5に示す光ファイバ沿線無線通信システムは、複数のAP11を有している。そして、複数のAP11のそれぞれは、図1に示すように、光ファイバ15を介して、軌道3に沿って配置された複数のアンテナ21と接続しており、軌道3上に通信可能範囲を作っている。また、異なるAP11によって作られる2つの通信可能範囲が隣接している場所では、これら2つの通信可能範囲がオーバーラップするよう、アンテナ21が配置されている。また、異なるAP11間は、ルータ43

によって接続されている。

【0036】軌道3上を移動する移動体1内の端末35がAP11の接続を切り換える場合、両方のAP11と同時に接続可能となる時間が必要である。この時間内に一方のAP11から他方のAP11に接続を切り換えることによって、スムーズな接続の切り換えが可能となり、接続が途切れたり、接続の切り換えを端末35側で気付かれたいないようにできる。また、このオーバーラップ範囲41に存在している時間内に、一方のAP11から他方のAP11に、移動体1内の全ての端末35の接続の切り換え(ハンドオーバー)を行う必要がある。

【0037】一方のAP11から他方のAP11に接続を切り換える場合、オーバーラップ範囲41で移動体1内の全ての端末35の接続の切り換え(ハンドオーバー)が行われる。ここで、オーバーラップ範囲41の軌道方向の距離を $d_{0.1}$ とし、移動体1の速さを v とすると、移動体1上の一点がオーバーラップ範囲41に存在する時間 $t_{0.1}$ は、 $t_{0.1} = d_{0.1} / v$ となる。したがって、移動体1内の全ての端末35や移動体1上の外部通信手段33の接続の切り換え(ハンドオーバー)は、時間 $t_{0.1}$ 内に行われなければならない。逆の見地から述べると、オーバーラップ範囲41の軌道方向の距離 $d_{0.1}$ は $v \cdot t_{0.1}$ 以上にしなければならない。これにより、異なるAP11間で、移動体1内の端末35が確実にハンドオーバーできるようにする。

【0038】以上の第1の実施の形態によれば、1つのAP11によってカバーされる軌道3上の通信可能範囲を軌道3に沿って長くすることが可能となり、軌道3上を移動する移動体1のハンドオーバー数(AP(基地局)11の切り換え数)を減少させることが可能となる。さらに、様々な条件によって、軌道3に沿って複数のAP11を敷設した場合でも、移動体1側と地上側との通信が切断されることがないように通信可能範囲を確保することが可能となる。また、ハンドオーバーに必要な時間を算出して、各アンテナ21の設置を行うことが可能となる。また、隣接した通信可能範囲の周波数が異なるようにするには、使用する周波数を交互に変えればよいので、2つの周波数 f_1 及び f_2 のみを使用するだけで、上記のシステムを実現することが可能である。

【0039】<第2の実施の形態>次に、第2の実施の形態として、隣接した通信可能範囲がオーバーラップしていない場合(図4(c)、図4(d))について、詳細に説明する。図6は、本発明に係る複数のAPを配置し、隣接した通信可能範囲がオーバーラップしていない場合について詳細に説明するための模式図である。図6に示す光ファイバ沿線無線通信システムは、第1の実施の形態と同様、複数のAP11を有しており、複数のAP11のそれぞれは、光ファイバ15を介して、軌道3に沿って配置された複数のアンテナ21と接続し、軌道

11

3上に通信可能範囲を作っている。異なるAP11によって作られる2つの通信可能範囲が隣接している場所では、これら2つの通信可能範囲がオーバーラップしないようアンテナ21が配置されている。また、異なるAP11間は、ルータ43によって接続されている。

【0040】図6に示す光ファイバ沿線無線通信システムには、異なる2つのAP11のどちらか一方に接続可能な通信可能範囲が軌道3上に存在しない範囲（オーバーラップしない範囲）がある。しかしながら、一方では、軌道3上を移動する移動体1内の端末35がAP11の接続を切り換える場合に通信が途切れないようにするためには、両方のAP11と同時に接続可能となる時間が必要である。第2の実施の形態では、端末35の通信が途切れないようにするため、オーバーラップしない範囲（以下、通信不能区間と呼ぶ）の軌道方向の距離及び移動体1側の構成を工夫する。

【0041】図6に示すように通信不能区間が存在する場合には、図3に示す外部通信手段33が1ヶ所に存在する移動体1では、通信不能区間で通信が途切れてしまう。そこで、移動体1に少なくとも2ヶ所の外部通信手段33を設け、常に、どちらか一方の外部通信手段33が、通信可能範囲に存在して通信を行えるようにする。

【0042】図7は、本発明に係る第2の実施の形態における移動体側の構成を示す模式図である。図7(a)では、複数の車両を有する移動体1の先頭車両と最後部車両にそれぞれ外部通信手段33を設け、各車両に設置された内部通信手段31を接続することによって、移動体1内の端末35が各車両の内部通信手段31を介して、2つの外部通信手段33の両方と接続できるよう構成されている。また、図7(b)では、各車両に2つの外部通信手段33を設け、各車両に設置された内部通信手段31が各車両の2つの外部通信手段33の両方と接続可能なよう構成されている。この図7に示す移動体1の構成を考慮して、通信不能範囲45の軌道方向の距離を設定することにより、少なくともどちらか一方の外部通信手段33を介して、移動体1内の端末35は、常にAP11に接続することができるようになる。

【0043】移動体1は、軌道方向に所定の長さLを有している。そして、図7(a)に示すように、移動体1の少なくとも2ヶ所（例えば、先頭車両と最後部車両）に、軌道方向に所定の距離 d_r （ $d_r \leq L$ ）だけ離して、外部通信手段33を設置し、移動体1内の端末35が2ヶ所の外部通信手段33の両方と接続できるよう各車両間を接続する。さらに、通信不能範囲45の軌道方向の距離 d_r が、移動体1上の2つの外部通信手段33の距離 d_r より小さくなるようにする（ $d_r < d_r$ ）。この構成により、移動体1内の端末35が、少なくとも一方のAP11と常に接続可能となる。

【0044】また、一方のAP11から他方のAP11に、移動体1内の全ての端末35の接続の切り換え（ハ

12

ンドオーバー）を行うために、両方のAP11と接続している時間を設けることを必要とする場合もある。ここで、移動体1の速さを v とし、ハンドオーバーに必要な時間を t_{ho} とすると、 $t_{ho} = (d_r - d_r) / v$ と表すことができる。ネットワークの性能や移動体1内に収容される大まかな端末台数から t_{ho} が決まり、また、移動体1の速さ v や2つの外部通信手段33 Rx間の距離 d_r は既知なので、通信不能範囲45の軌道方向の距離 d_r は、 $d_r = d_r - v \cdot t_{ho}$ と定まる。

【0045】したがって、ハンドオーバーに必要な時間を長く取りたい場合には、距離 d_r を長くして距離 d_r を短くし、また、なるべく距離 d_r を長くして、沿線全体のAP11の数を少なくしたい場合には、 d_r を長くしてハンドオーバーに必要な時間 t_{ho} を短くすることが好ましい。なお、例えば、先頭部分及び最後尾部分に外部通信手段33が設置された16両編成（1両20m）の列車が、速さ $v = 70 \text{ km/h}$ で移動しており、ハンドオーバーに必要な時間が $t_{ho} = 10$ 秒の場合には、 $d_r = 126 \text{ m}$ と計算される。

【0046】また、上記のように計算される通信不能範囲45の軌道方向の距離 d_r は最大距離であり、通信不能範囲45の軌道方向の距離 d_r をこの最大距離よりも大きくしてしまうと、移動体1内の通信が途切れることになる。また、隣接した通信可能範囲のそれぞれで使用される電波の周波数が異なる場合には、距離 d_r をいくらでも小さくすることが可能である。なお、通信に使用している周波数の切り換え時には、切り換えメッセージなどを出して切り換えを行う。また、隣接した通信可能範囲のそれぞれで使用される電波の周波数が同一の場合には、隣接した通信可能範囲の電波同士が相互干渉しない距離まで、距離 d_r を小さくすることが可能である。

【0047】さらに、通信不能範囲45でのハンドオーバーに係る動作について詳細に説明する。図8は、本発明の第2の実施の形態に係るハンドオーバー時の動作を説明するための模式図である。なお、以下では、一例として、移動体1が図7(a)に示す複数の車両を有する列車の場合について説明する。また、移動体1の先頭車両に設置された外部通信手段33を第1の外部通信手段33、移動体1の最後尾車両に設置された外部通信手段33を第2の外部通信手段33と呼ぶことにする。

【0048】まず、移動体1が移動して通信不能範囲45に入った場合、第1の外部通信手段33が通信不能となる（図8(a)参照）。なお、例えば、移動体1の走行位置を検出して、第1の外部通信手段33が第1の通信可能範囲を出て通信不能範囲45に入ったことを検出してもよい。このとき、移動体1内の全ての端末35は、第2の外部通信手段33及び第1の通信可能範囲を介して通信が行われるようにする。

【0049】次に、移動体1が移動して第1の外部通信手段33が第2の通信可能範囲に入る（図8(b)参

照)。このとき、第1の外部通信手段33は第2の通信可能範囲内で、第2の外部通信手段33は第1の通信可能範囲内で、それぞれ通信可能な状態となり、ハンドオーバーの処理が可能となる。ハンドオーバーは、例えば、第2の外部通信手段33を介して第1の通信可能範囲にハンドオーバーに係る情報を送出し、地上側でハンドオーバーの処理を行って、その処理結果を第2の通信可能範囲を介して第1の外部通信手段33から受信することによって行われる。なお、ハンドオーバーの処理は、第2の外部通信手段33が第1の通信可能範囲を出て通信不能範囲45に入る前(図8(c)参照)までに行われる必要がある。そして、さらに移動体1が移動して、第2の外部通信手段33が第2の通信可能範囲に入った場合(図8(d)参照)、移動体1内の端末35は、再び第1又は第2の外部通信手段33のどちらか一方、及び、第2の通信可能範囲を介して通信を行うことが可能となる。

【0050】以上の第2の実施の形態によれば、1つのAP11によってカバーされる軌道3上の通信可能範囲を軌道3に沿って長くすることが可能となり、軌道3上を移動する移動体1のハンドオーバー数(AP(基地局)11の切り換え数)を減少させることが可能となる。さらに、様々な条件によって、軌道3に沿って複数のAPを数設した場合でも、第1に実施の形態より少ないAP11の設置数で、さらには、少ない周波数チャネル数で移動体1側と地上側との通信が切断されることがないように通信可能範囲を確保することが可能となる。また、ハンドオーバーに必要な時間を算出して、各アンテナ21の設置を行うことが可能となる。

【0051】なお、図面(図1、図5、図6、図8、図9)では、便宜上、複数のアンテナ21の通信可能範囲23に比べて、移動体1を大きく図示しているが、使用する無線システムによっては、1つのアンテナ21によって軌道上に作られる通信可能範囲23は、移動体1の軌道方向の長さに対して、非常に広範囲に渡る場合もある。

【0052】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明によれば、基地局に光ファイバを接続し、その光ファイバを分岐して複数の末端の光信号/電気信号相互交換手段及びアンテナを配置して、アンテナを移動体の軌道に沿って配置したので、AP(基地局)の設置台数及びハンドオーバー数(AP(基地局)の切り換え数)を減少させ、移動体側と地上側との通信が切断されることがないように通信可能範囲を確保することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る地上側の構成を示す模式図

【図2】本発明に係る1つのAPによって形成される通信可能範囲を示す模式図

【図3】本発明に係る移動体側の構成を示す模式図

【図4】隣接した通信可能範囲のオーバーラップの有無、及び、隣接した通信可能範囲で使用される電波の周波数が互いに同一か否かの関係を示す図

(a) 隣接した通信可能範囲がオーバーラップしており、隣接した通信可能範囲で使用される電波の周波数が同一である場合

(b) 隣接した通信可能範囲がオーバーラップしており、隣接した通信可能範囲で使用される電波の周波数が互いに異なる場合

10 (c) 隣接した通信可能範囲がオーバーラップしており、隣接した通信可能範囲で使用される電波の周波数が同一である場合

(d) 隣接した通信可能範囲がオーバーラップしており、隣接した通信可能範囲で使用される電波の周波数が互いに異なる場合

【図5】本発明に係る複数のAPを配置し、隣接した通信可能範囲がオーバーラップしており、隣接した通信可能範囲で使用される電波の周波数が互いに異なる場合について詳細に説明するための模式図

20 【図6】本発明に係る複数のAPを配置し、隣接した通信可能範囲がオーバーラップしていない場合について詳細に説明するための模式図

【図7】本発明に係る第2の実施の形態における移動体側の構成を示す模式図

(a) 複数の車両を有する移動体の先頭車両と最後部車両にそれぞれ外部通信手段を設け、各車両に内部通信手段を設置して接続した構成

(b) 各車両に2つの外部通信手段を設け、各車両に設置された内部通信手段が各車両の2つの外部通信手段の両方と接続可能とした構成

30 【図8】本発明の第2の実施の形態に係るハンドオーバー時の動作を説明するための模式図

(a) 移動体1が移動して通信不能範囲45に入った状態

(b) 第1の外部通信手段が第2の通信可能範囲に入っており、第2の外部通信手段が第1の通信可能範囲に入っている状態

(c) 第2の外部通信手段が第1の通信可能範囲を出て通信不能範囲に入る前の状態

40 (d) 第1及び第2の外部通信手段の両方が第2の通信可能範囲に入った状態

【図9】従来の一般的な沿線通信システムを示す模式図

【符号の説明】

1 移動体

3 軌道

11 AP(アクセスポイント、基地局)

13、19 E/O、O/E変換手段(光信号/電気信号相互交換手段)

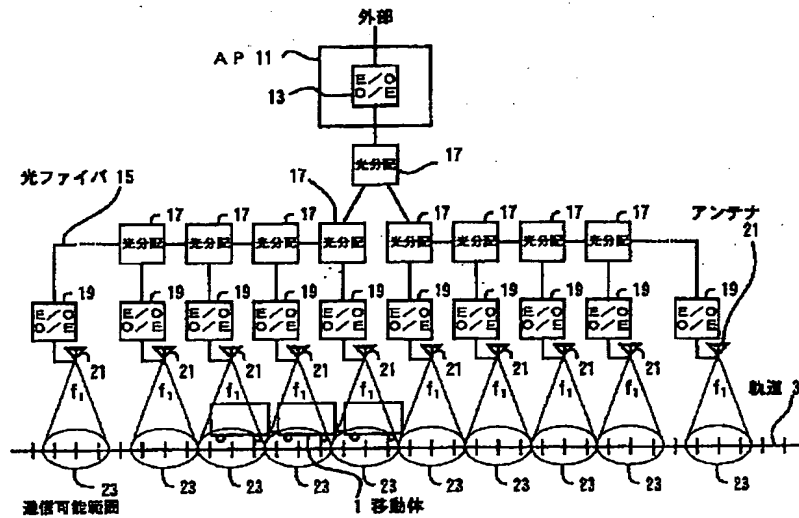
15 光ファイバ

50 17 光分配手段

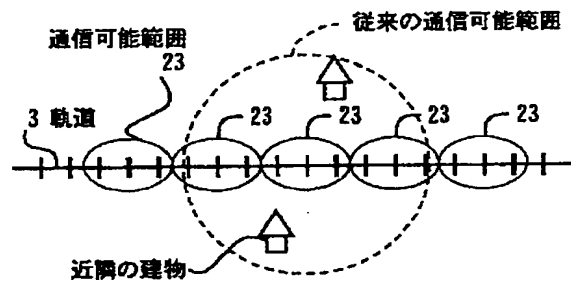
- 21 アンテナ
23 通信可能範囲 (1つのアンテナのセル)
31 内部通信手段
33 外部通信手段

- * 35 移動体内の端末
41 オーバーラップ範囲
43 AP間のルータ
* 45 通信不能範囲

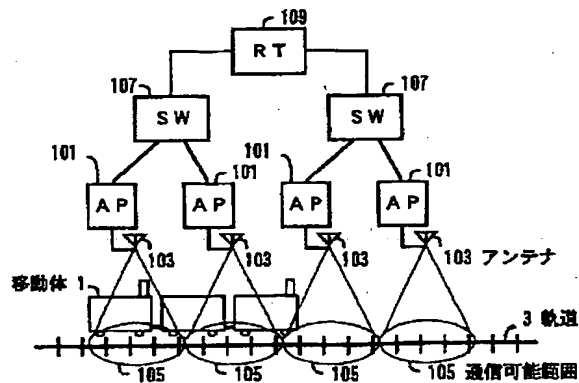
【図1】



【図2】



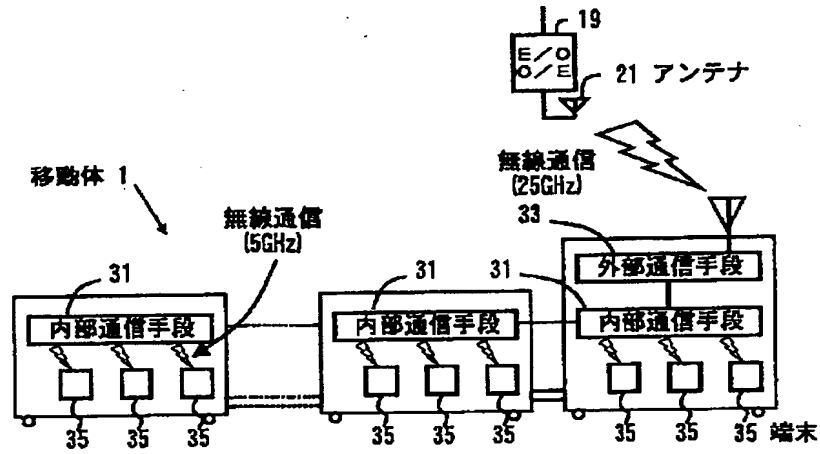
【図9】



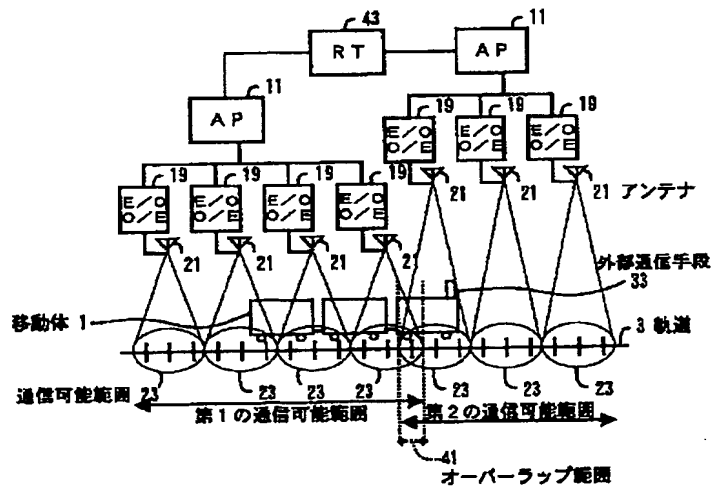
【図4】

(a)	(b)	(c)	(d)
オーバーラップ範囲 f1	オーバーラップ範囲 f1	オーバーラップ範囲 f1	オーバーラップ範囲 f1
オーバーラップ有り	オーバーラップ有り	オーバーラップ無し	オーバーラップ無し
同一の周波数を使用	異なる周波数を使用	同一の周波数を使用	異なる周波数を使用
通信不能	第1の光路の形態	第2の光路の形態	

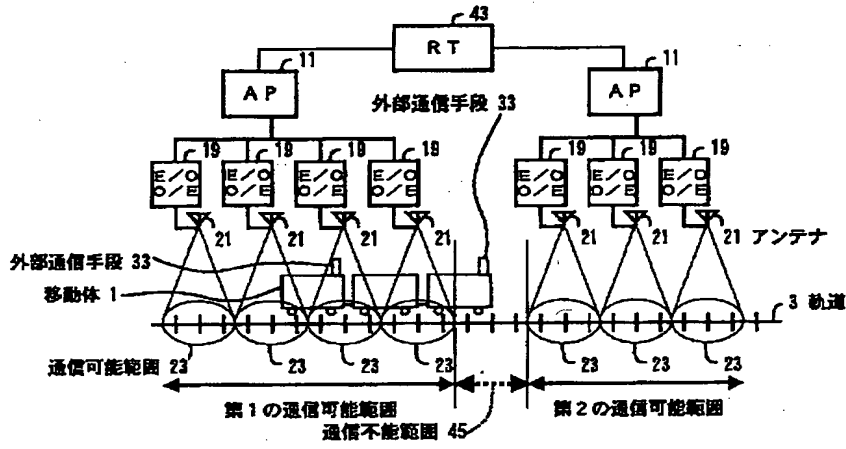
【図3】



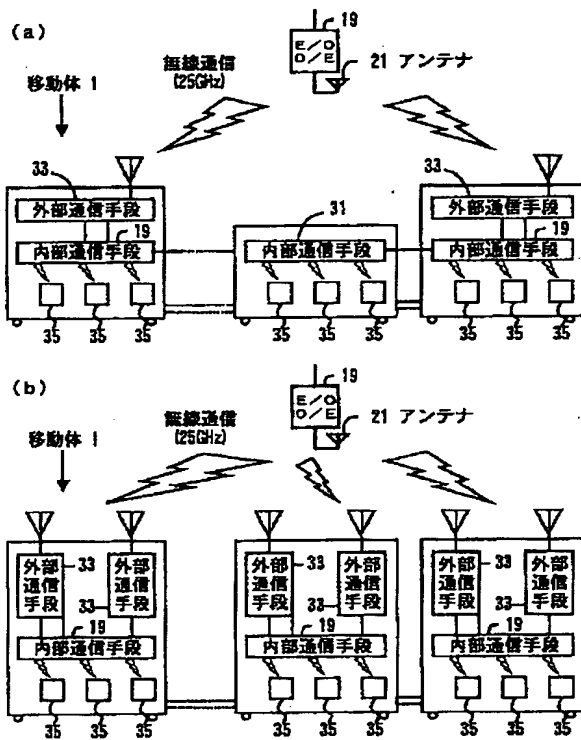
【図5】



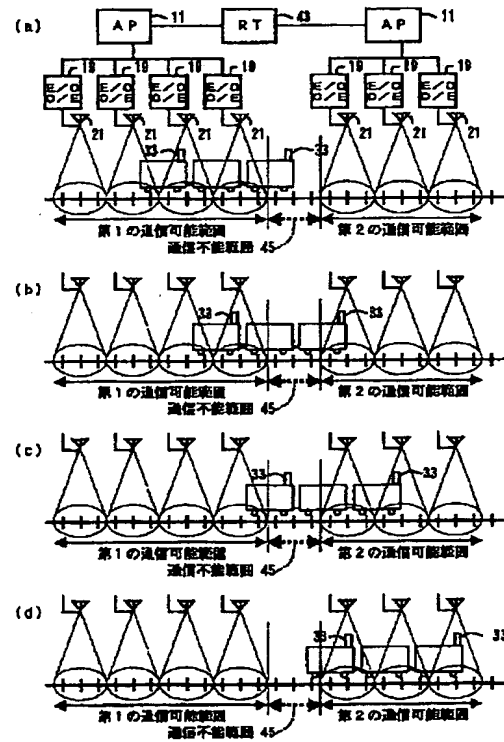
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K067 AA11 AA23 BB05 CC02 CC10
EE02 EE10 EE16 JJ39 KK02
KK03